

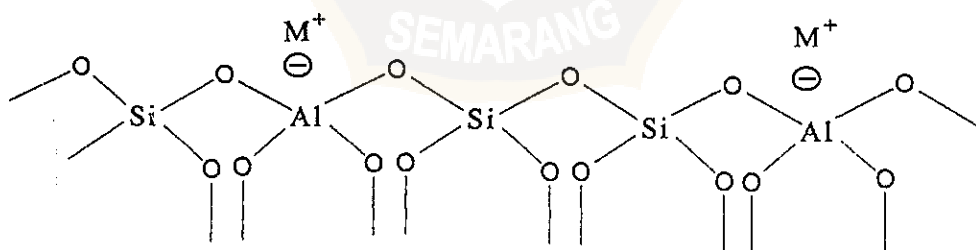
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Zeolit Alam

Zeolit merupakan material berpori dengan struktur penyusun berupa kerangka aluminasilika, mempunyai saluran yang diisi oleh molekul air dan kation-kation lainnya (Barrer, 1982). Adanya kation, sistem pori dan saluran menyebabkan zeolit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penukar kation dan penyerap (adsorben). Zeolit memiliki sifat unik, yang ditentukan oleh karakteristik sistem pori dan situs aktif serta rasio Si/Al pada kerangka zeolit.

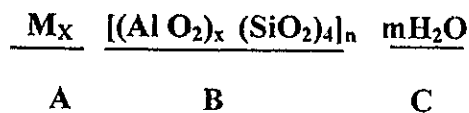
Struktur kerangka zeolit dapat digambarkan sebagai polimerisasi alumina-silika melalui jembatan atom oksigen yang terdiri dari unit-unit terkecil berupa tetrahedral  $TO_4$  dengan T adalah atom Al atau Si. Unit bangun terkecil ini dikenal dengan istilah unit pembangun primer zeolit (Bekkum dkk, 1991). Struktur zeolit secara umum dapat dipaparkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Struktur zeolit secara umum

Beberapa unit pembangun sekunder dapat membangun unit polihedral. Polihedral-polihedral akan membentuk satu unit kerangka dasar (*framework*) zeolit.

Secara umum rumus struktur zeolit menurut Derouane (1996) adalah:

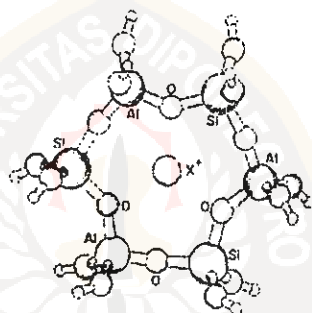


dengan : A = ion penyeimbang muatan kerangka

B = kerangka alumino silikat

C = air kristal terperangkap dalam zeolit

Menurut Tsitsishvili (1992), dalam keadaan normal ruang kosong dalam kristal zeolit terisi oleh air bebas yang berada di sekitar kation. Posisi kation pada zeolit alam dipaparkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Posisi kation di dalam zeolit

## 2.2 Adsorpsi

Menurut Oscik (1982), adsorpsi adalah suatu fenomena yang terjadi pada permukaan karena terdapat gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas antar permukaan sehingga menyebabkan perubahan jumlah molekul (atom, ion). Adsorpsi menurut Adamson (1990) merupakan perubahan konsentrasi komponen antara batas lapisan dan bagian dari fasa yang berdekatan. Fasa yang mengadsorpsi disebut adsorben dapat berupa zat padat atau zat cair sedangkan

fasa yang teradsorpsi disebut adsorbat yang berupa zat cair atau gas. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Akibatnya padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya, sehingga konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dibandingkan dalam fasa gas atau zat terlarut dalam larutan.

Berdasarkan besarnya interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi dua macam yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Jika interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat melibatkan gaya-gaya antar molekul, yaitu ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik maupun gaya van der Waals dikenal sebagai adsorpsi fisik, sedangkan jika melibatkan pembentukan ikatan kimia dikenal sebagai adsorpsi kimia (Adamson, 1990).

Pada adsorpsi fisik, molekul teradsorpsi dengan ikatan lemah pada permukaan adsorben. Proses adsorpsi fisik bersifat dapat balik, sehingga kemungkinan desorpsi molekul-molekul yang teradsorpsi dapat terjadi pada temperatur yang sama (Oscik, 1982).

Pada proses adsorpsi kimia, molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben melibatkan proses kimia yakni terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan sehingga sifat yang dimiliki oleh adsorben dan adsorbat akan hilang.

### 2.3. Adsorpsi Larutan.

Adsorpsi suatu zat dari larutan berbeda dengan adsorpsi zat secara individu (gas, uap dan cairan murni) sebab larutan sedikitnya mengandung dua komponen yang dapat membentuk lapisan rapat pada adsorben. Jika tidak ada ruang kosong di lapisan permukaan larutan dan larutan ruahnya maka hanya substitusi molekul suatu komponen oleh komponen lain yang terjadi (Oscik, 1982).

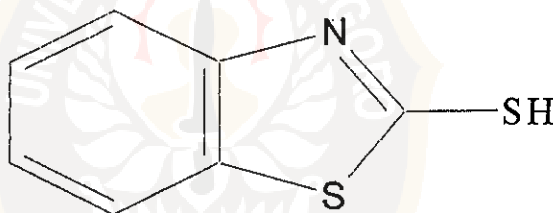
Komponen pelarut mempunyai pengaruh yang menentukan terhadap kelangsungan adsorpsi larutan. Jika adsorpsinya kuat maka dapat menjadi halangan situs-situs aktif karena dapat menurunkan adsorpsi bahan terlarut. Demikian juga interaksi yang kuat antara komponen larutan dengan fasa ruahnya dapat mengurangi kemampuan interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Adsorben polar cenderung untuk mengadsorpsi kuat adsorbat polar dan lebih lemah terhadap adsorbat non polar atau sebaliknya (Lynam, 1995).

### 2.4. 2-Merkaptobenzotiazol (MBT)

Senyawa 2-Merkaptobenzotiazol (MBT) mempunyai sifat non polar dan aromatis, senyawa ini memiliki rumus molekul  $C_7H_5NS_2$ , dengan berat molekul 167,24 gram/mol. Gugus aktif  $-SH$  atau tiolat yang terdapat pada MBT menyebabkan senyawa ini cenderung tidak larut dalam air namun larut pada pelarut-pelarut organik non polar (Merck index, 1996). Senyawa 2-Merkaptobenzotiazol (MBT) merupakan senyawa organik yang non-polar maka dimungkinkan dapat berinteraksi dengan adsorbat non polar, dari senyawa-

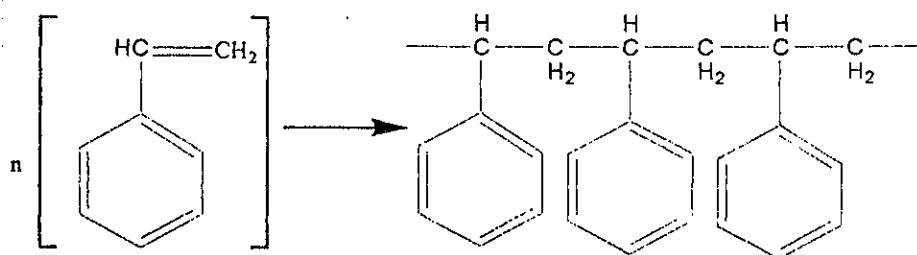
senyawa organik. Karena MBT bukan sebagai material berpori maka perlu diimpregnasikan pada suatu padatan pendukung (Terrada dkk, 1983).

Penelitian mengenai impregnasi MBT pada bahan padatan pendukung telah dilakukan Terrada dkk (1983) pada padatan pendukung zeolit dan silika gel untuk mengadsorpsi ion logam kadmium (II) dalam medium air. Lempung yang telah diimpregnasi dengan MBT telah digunakan untuk adsorpsi dan *pre-konsentrasi* (pemekatan) beberapa logam berat (Filho dkk, 1995). Sriyanti (2000) telah mengimpregnasikan MBT pada zeolit alam yang digunakan untuk mengadsorpsi ion logam kadmium (II) dan besi (III). Impregnasi MBT pada tanah diatome dilakukan oleh Nurhadi (2003) untuk adsorpsi kadmium (II). Struktur dari 2- merkaptobenzotiazol (MBT) dipaparkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Struktur 2- Merkaptobenzotiazol (MBT)

Zeolit Alam mempunyai permukaan polar sehingga kurang memungkinkan adanya impregnasi secara langsung dari MBT yang bersifat non polar. Untuk itu diperlukan suatu mediator aromatis yang non polar, dalam hal ini dipilih polistirena (Sperling, 1986). Struktur dari polistirena dipaparkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Struktur Polistirena

Di harapkan gugus aromatis dari polistirena dapat menarik gugus aromatis MBT, sedangkan gugus alkana dari polistirena dapat berinteraksi dengan permukaan zeolit sehingga pengaktifan MBT sebagai adsorben dapat terlaksana.

## 2.5. Dealuminasi

Dealuminasi merupakan metode modifikasi zeolit melalui penguraian aluminium dalam kerangka zeolit yang digunakan untuk menurunkan kandungan aluminium pada zeolit alam. Zeolit Alam mempunyai komponen utama  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Tingginya kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menyebabkan permukaan zeolit polar dan sangat hidrofilik (Anderson, 1995). Dealuminasi dilakukan untuk mengoptimumkan rasio Si/Al dalam zeolit sehingga menjadi lebih stabil pada temperatur tinggi serta mengontrol aktivitas keasaman maupun selektivitas zeolit.

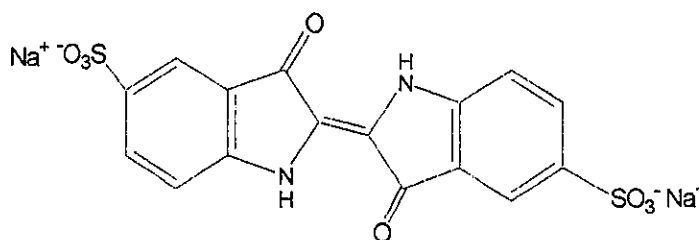
Menurut Hamdan (1992), dealuminasi dapat dilakukan dengan perlakuan asam, sehingga aluminium dapat dilepaskan dari kerangka dan permukaan zeolit. Untuk menurunkan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada lempung, Filho dkk. (1995) telah menambahkan asam klorida, asam sulfat dan kalium permanganat pada lempung disertai pemanasan, ternyata terjadi penurunan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang cukup tinggi.

## 2.6. Impregnasi

Impregnasi merupakan preparasi katalis dengan adsorpsi dari katalis prekursor ke dalam material penyangga. Menurut Oudjeans (1984) impregnasi merupakan pelapisan suatu gugus senyawa tertentu yang dikehendaki pada material pendukung. Impregnasi prekursor ke dalam material pendukung dipengaruhi oleh konsentrasi prekursor, jenis prekursor, keadaan material pendukung, pelarut, waktu kontak material pendukung, temperatur dan ada atau tidak adanya material lain. Berdasarkan perlakuannya terdapat dua tipe impregnasi yaitu impregnasi kering dan impregnasi basah.

## 2.7. Indigo Carmine

Indigo carmine merupakan salah satu zat warna yang digunakan sebagai pewarna dalam industri tekstil terutama pakaian yang berjenis jeans dan bahan dari wool atau serat-serat dari binatang. Senyawa indigo carmine berwarna biru gelap, memiliki rumus molekul  $C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$ , dengan berat molekul 466,36 gram/mol. Indigo carmine mengalami sublimasi pada temperatur sekitar  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , terdekomposisi pada suhu  $390\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dapat larut dalam air bila dalam bentuk garam (Merck index, 1996). Struktur molekul indigo carmine terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Struktur molekul indigo carmine